

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-227196

(43) 公開日 平成11年(1999) 8月24日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

B 4 1 J 2/045  
2/055  
2/16

識別記号

F I

B 4 1 J 3/04

1 0 3 A

1 0 3 H

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平10-35890

(22) 出願日 平成10年(1998) 2月18日

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72) 発明者 松沢 明

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ

ーエプソン株式会社内

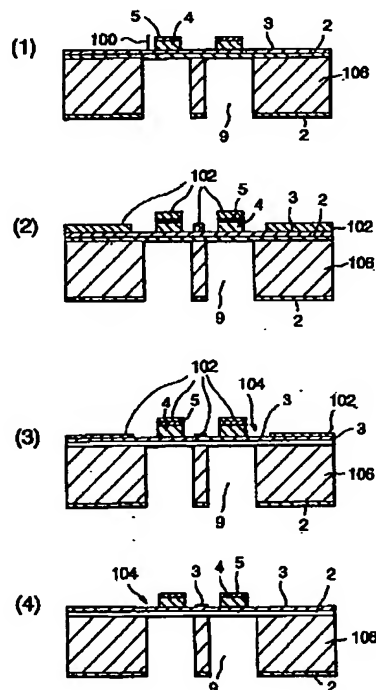
(74) 代理人 弁理士 鈴木 喜三郎 (外2名)

(54) 【発明の名称】 インクジェット記録ヘッド及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 従来のインクジェット記録ヘッドの有利な点を維持したまま、圧電体に対する電極の抵抗値の増大を防ぐ。

【解決手段】 共通電極3の膜厚を、圧電体4の周囲に在ってインク室9に面している領域104の一部又は全てがこの領域以外の部分より薄く形成されるようにした。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ノズルからインクを噴射するためのインク溜まり溝と、このインク溜まり溝上に選択的に形成され、かつこの溝内のインクを加圧する圧電体と、を備えるインクジェット記録ヘッドにおいて、前記圧電体のほぼ周辺領域のみで前記溝上に存在する膜の膜厚を減少させたインクジェット記録ヘッド。

【請求項2】 複数の圧電体に対する共通電極の膜厚が、当該圧電体の周辺領域のみでそれ以外の部分と比較して薄く形成されている請求項1記載のインクジェット記録ヘッド。

【請求項3】 ノズルからインクを噴射するためのインク溜まり溝と、このインク溜まり溝上に選択的に形成され、かつこの溝内のインクを加圧する圧電体と、この圧電体に対する電極と、を備え、前記圧電体の周囲に在って前記溝に面している領域の一部又は全てがこの領域以外の部分より薄く形成される、ようにしたインクジェット記録ヘッド。

【請求項4】 ノズルからインクを噴射するためのインク溜まり溝と、このインク溜まり溝上に選択的に形成され、かつこの溝内のインクを加圧する圧電体と、この圧電体と前記インク溜まり溝との間に形成された共通電極と、この圧電体の上に選択的に形成された個別電極と、を備え、前記圧電体の周囲に在って前記溝に面している領域の一部又は全てがこの領域以外の部分より薄く形成される、ようにしたインクジェット記録ヘッド。

【請求項5】 膜厚が薄くされている領域が、前記溝の幅にほぼ等しいか、或いはこれを僅かに越える程度に形成されている請求項3又は4記載のインクジェット記録ヘッド。

【請求項6】 所定のパターンで形成された圧電体と、この圧電体に対する共通電極と、前記圧電体に対する個別電極と、を備えた圧電効果素子において、前記圧電体のほぼ周辺領域のみの共通電極の膜厚がその他の領域における共通電極の膜厚に比較して薄く形成された圧電効果素子。

【請求項7】 基板にインクジェット記録ヘッドを形成する方法において、ノズルからインクを噴射するためのインク溜まり溝を形成する工程と、このインク溜まり溝上に、この溝内のインクを加圧する圧電体を選択的に形成する工程と、前記圧電体のほぼ周辺領域のみで前記溝上に存在する膜の膜厚が減少するようにパターンニングする工程を備えたインクジェット記録ヘッドの製造方法。

【請求項8】 前記パターンニングが、複数の圧電体に対する共通電極の膜厚を当該圧電体の周辺領域のみでそれ以外の部分と比較して薄く形成されるように成されている請求項7記載のインクジェット記録ヘッドの製造方法。

【請求項9】 基板に、ノズルからインクを噴射するた

めのインク溜まり溝を形成する工程と、このインク溜まり溝上にこの溝内のインクを加圧する圧電体を選択的に形成する工程と、この圧電体に対する電極を形成する工程と、前記圧電体下と前記溝との間にあり、この圧電体の変位を前記溝内に伝える振動手段の膜厚を、前記圧電体の周囲に在って前記溝に面している領域の一部又は全てがこの領域以外の部分より薄く形成される工程とを備えるインクジェット記録ヘッドの製造方法。

【請求項10】 基板に、ノズルからインクを噴射するためのインク溜まり溝を形成する工程と、このインク溜まり溝上にこの溝内のインクを加圧する圧電体を選択的に形成する工程と、この圧電体と前記インク溜まり溝との間に共通電極を形成する工程と、この圧電体の上に個別電極を選択的に形成する工程と、を備え、前記共通電極の膜厚を、前記圧電体の周囲に在って前記溝に面している領域の一部又は全てがこの領域以外の部分より薄く形成される工程と、を備えるインクジェット記録ヘッドの製造方法。

【請求項11】 圧電体を所定のパターンで形成する工程と、この圧電体に対する共通電極を形成する工程と、前記圧電体に対する個別電極を形成する工程とを備えた圧電効果素子の製造方法において、前記圧電体のほぼ周辺領域のみの共通電極の膜厚をその他の領域における共通電極の膜厚に比較して薄く形成するようにした工程を備える圧電効果素子の製造方法。

【請求項12】 請求項1乃至5のいずれか一項に記載されたインクジェット記録ヘッドを備えたインクジェット式記録装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電気を加えることによって変形する圧電効果を利用した圧電効果素子に関するものである。本発明は、特に、インク吐出の駆動源に圧電体を用いたインクジェット記録ヘッド、さらに、この製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来から、液体あるいはインク吐出の駆動源である電気-機械変換素子として圧電素子を使用した圧電型インクジェット式記録ヘッドがある。この従来技術として、例えば、特開平5-286131号公報にて提案されたものが存在する。このものを、図2の(10)を参照して説明する。

【0003】この記録ヘッドは、ヘッド基台1に個別インク路(インク圧力室)9を有し、この個別インク路9を覆うように振動板8を有している。振動板8に被着形成するように共通電極(下電極)3が形成され、各個別インク路9上に及ぶように、圧電体としてのPZT素子4が配置されている。

【0004】このPZT素子の片面に個別電極(上電極)5が配置されている。この記録ヘッドでは、PZT

素子に電界を加えてPZT素子を変位させることにより、個別インク路内のインクを個別インク路の先端にあるノズルから押し出している。

#### 【0005】

【発明が解決しようとする課題】本願の出願人は、係るインクジェット記録ヘッドとして、特願平9-8075号において、図3に示すように、振動板兼電極BEの厚みを、圧電体薄膜に被着形成されている領域より、圧電体薄膜が被着形成されておらずインク溜まりITに重なる領域で薄くすることを提案した。以前では、圧電体薄膜に被着形成されている領域と、圧電体薄膜が被着形成されておらずインク溜まりITに重なる領域とで、振動板の厚みが同じであったため、大きな変位が得られず、印字に必要な量のインクが吐出しない問題点や、インク溜まりITの十分な体積変化を得ようとすると、インク溜まりの長さを大きくする必要がある等の問題があったのに対して、本願の出願人の提案によれば、領域Lcbの振動板のコンプライアンスが大きくなるので、同じ印加電圧ならば、振動板をより撓ませることが可能となった。

【0006】しかしながら、係る利点を有するインクジェット記録ヘッドであっても、共通電極が薄くなることにより、共通電極の抵抗値が大きくなるという課題がある。そこで、本発明は係る課題を解決するために、前記従来のインクジェット記録ヘッドの有利な点を維持したまま、圧電体に対する電極の抵抗値の増大を防ぐことを目的とする。本発明は、また、電極が高抵抗化することを防ぐことにより、インク吐出の際の応答速度の低下を防止することを目的とする。本発明は、また、電極が高抵抗化することを防ぐことにより、電極の発熱防止、電圧低下を防止することを目的とする。本発明は、また、これらの目的を達成できる圧電素子、この圧電素子を用いたインクジェット記録ヘッド、及びその製造方法を提供することを目的とするものである。

#### 【0007】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するために、本発明は、圧電体のほぼ周辺にある電極の厚さを、これ以外の部分の厚さより薄く形成したことを特徴とするものである。本発明の第1の形態は、ノズルからインクを噴射するためのインク溜まり溝と、このインク溜まり溝上に選択的に形成され、かつこの溝内のインクを加圧する圧電体と、を備えるインクジェット記録ヘッドにおいて、前記圧電体のほぼ周辺領域のみで前記溝上に存在する膜の膜厚を減少させたことを特徴とするものである。

【0008】本発明の他の形態は、複数の圧電体に対する共通電極の膜厚が、当該圧電体の周辺領域のみでそれ以外の部分と比較して薄く形成されていることを特徴とする。本発明のさらに他の形態は、ノズルからインクを噴射するためのインク溜まり溝と、このインク溜まり溝

上に選択的に形成され、かつこの溝内のインクを加圧する圧電体と、この圧電体に対する電極と、を備え、前記圧電体下と前記溝との間にあり、この圧電体の変位を前記溝内に伝える振動手段の膜厚を、前記圧電体の周囲に在って前記溝に面している領域の一部又は全てがこの領域以外の部分より薄く形成される、ようにしたことを特徴とする。

【0009】本発明のさらに他の形態は、ノズルからインクを噴射するためのインク溜まり溝と、このインク溜まり溝上に選択的に形成され、かつこの溝内のインクを加圧する圧電体と、この圧電体と前記インク溜まり溝との間に形成された共通電極と、この圧電体の上に選択的に形成された個別電極と、を備え、前記共通電極の膜厚を、前記圧電体の周囲に在って前記溝に面している領域の一部又は全てがこの領域以外の部分より薄く形成されるようにしたことを特徴とする。

【0010】本発明のさらに他の形態は、膜厚が薄くされている領域が、前記溝の幅にほぼ等しいか、或いはこれを僅かに越える程度に形成されていることを特徴とする。またさらに、本発明は、所定のパターンで形成された圧電体と、この圧電体に対する共通電極と、前記圧電体に対する個別電極と、を備えた圧電効果素子において、前記圧電体のほぼ周辺領域のみの共通電極の膜厚がその他の領域における共通電極の膜厚に比較して薄く形成されたことを特徴とする。

【0011】本発明は、さらに、これらのインクジェット記録ヘッドや圧電効果素子の製造方法であることを特徴とするものである。

#### 【0012】

【発明の実施の形態】次に、本発明の好適な実施形態を説明する。図1は本発明に係わるインクジェット記録ヘッドの製造工程を示す断面図である。(1)はこの製造工程の最初の段階に相当し、(2)〜(4)を経て、最終的にはインクジェット記録ヘッドが完成される。

【0013】先ず、図1(1)について説明する。

(1)は、インクキャビティ9上に圧電体素子100が選択的に形成されている状態を示している。(1)を詳しく説明すると、この(1)は図2に示す一連の工程によって形成される。

【0014】図2の(1)は、インク溜まり、すなわちインク圧力室を形成するヘッド基台1にシリコン基板が用いられ、振動板としての1 $\mu$ mシリコン熱酸化膜2を基台の両面に形成したことを示している。なお、後に述べる数値も含めて、各部材に与えた具体的数値は限定的に解釈されるべきものではない。振動板としては、その他に後述の共通電極3のみ、共通電極とチタ化珪素、ジルコニウム、ジルコニア等が使用できる。

【0015】(2)乃至(4)のように、シリコン熱酸化膜2上に共通電極(下電極)3として膜厚0.8 $\mu$ mの白金をスパッタで形成し、その上に圧電体薄膜4を形

10

20

30

40

50

成し、更にその上に個別電極としての上電極5を膜厚0.14 $\mu$ mの白金をスパッタによって形成する。シリコン熱酸化膜2と共通電極3とが振動板として機能する。上電極材料としてはそのほか導電率が良好なものなら良く、例えば、アルミニウム、金、ニッケル、インジウム等が使用できる。

【0016】圧電体薄膜4の形成は、簡単な装置で薄膜を得られる、ゾルゲル法に依る。インクジェット記録ヘッドとしては、圧電特性を示すものの中からジルコン酸チタン酸鉛(PZT)系が最も適している。共通電極3の上に調製したPZT系ゾルをスピンコートで塗布し、400℃で仮焼成し、非晶質の多孔質ゲル薄膜を形成し、更にゾルの塗布と400℃の仮焼成を2度繰り返して、多孔質ゲル薄膜を形成した。

【0017】次に、ペロブスカイト結晶を得るため、RTA(Rapid Thermal Annealing)を用いて酸素雰囲気中、5秒間で650℃に加熱して1分間保持しプレアニールを行い、緻密なPZT薄膜とした。再びこのゾルをスピンコートで塗布して400℃に仮焼成する工程を3度繰り返し、非晶質の多孔質ゲル薄膜を積層した。

【0018】次に、RTAを用いて650℃でプレアニールして1分間保持することにより、結晶質の緻密な薄膜とした。更にRTAを用いて酸素雰囲気中900℃に加熱して1分間保持してアニールした。その結果、1.0 $\mu$ m膜厚の圧電体薄膜4が得られた。圧電体薄膜の製造方法は、スパッタ法でも可能である。

【0019】次に、(5)に示すように上電極5上にネガレジスト6をスピンコートして塗布する。マスクによりネガレジスト6を圧電体薄膜の所望の位置に露光・現像・ベークし、(6)に示すように硬化したネガレジスト7を形成する。ネガレジストに代えて、ポジレジストを使用することもできる。

【0020】この状態でドライエッチング装置、例えばイオンミリング装置で(7)に示すように共通電極3が露出するまで上電極5と圧電体薄膜4とを同時に一括でエッチングして、ネガレジスト6で形成した所望の形状にパターニングする。

【0021】最後に、アッシング装置で硬化したネガレジスト7を除去して、(8)に示すようにパターニングが完了する。なお、イオンミリング装置では、エッチングした上電極や圧電体薄膜と共にネガレジストもエッチングされるため、エッチング深さによって各々のエッチングレートに鑑み、ネガレジストの厚さを調整することが望まれる。ここでは、各々のエッチングレートがほぼ同程度であるためネガレジストの厚さを2.0 $\mu$ mに調整して行った。

【0022】上電極と圧電体薄膜を一括エッチングする上で、圧電体薄膜の膜厚はより薄い方が好ましく、特に、0.3~5 $\mu$ mの範囲であることが好ましい。膜厚

が厚くなると、それに対応してレジストを厚くしなければならない。その結果、圧電体薄膜が5 $\mu$ mを超える場合は、レジストのパターン形状が不安定になる等の問題で、微細加工が困難になり高密度のヘッドが得られなくなる。また、膜厚が0.3 $\mu$ mより小さい場合では、破壊耐圧が十分でないおそれがある。ドライエッチング方法としてイオンミリング法以外に反応性イオンエッチングを用いても良い。

【0023】エッチング方法は他にもウエットで行うことができる。例えば、塩酸、硝酸、硫酸、フッ酸等の酸を加熱してエッチャントとして用いることができる。ただしこの場合は、上電極の電極材質をエッチャントでエッチングされるものにする。ウエット処理は、ドライエッチングと比較するとパターニング精度が多少劣り、電極材料にも制限があるため、ドライエッチングの方が好ましい。

【0024】なお、インクジェット記録ヘッドを完成するために、(9)に示すようにヘッド基台1下面(圧電体薄膜を形成した反対面)より異方性エッチングにより幅0.1mmのインク圧力室9とインク圧力室へインクを供給するインク供給路、インク供給路に連通するインクリザーバーを形成し、インク圧力室9に対応した位置にインクを吐出するノズルを形成したノズルプレート10を接合した。なお、共通電極3は、複数の圧電体薄膜パターン4に及んで前記酸化膜2上に形成されている。これら工程の結果、(10)に示すように、インクジェット記録ヘッドが得られる。

【0025】図1の(1)は、図2(9)のノズルプレートが形成されていない状態に相当する。図1の(2)の工程では、コンプライアンスを形成する振動板を選択的にエッチングするために、インク室に面していない共通電極上に、ネガレジストのパターン102を形成する。換言すると、圧電体素子4と共通電極3を保護する同一膜厚のレジストパターン102を形成する。

【0026】図2(2)から明らかなように、圧電体素子はインクキャビティの幅より僅かに小さい幅を持って、インクキャビティ9に面する振動板2及び共通電極3の上に形成されている。さらに、インクキャビティが形成されていないシリコン基板の上には、インクキャビティ9の境界から僅かに離れてレジストパターン102が形成されている。

【0027】次いで(3)の工程は、圧電体素子4が形成されている面をイオンミリング法によってエッチングする。この時、レジストパターン102が形成されていない、圧電素子4の周辺領域104の共通電極3は、選択的にエッチングされてその厚さを減じて行く。一方、このエッチングは、レジストパターンが僅かな厚みを残す程度で終了しているため、圧電体素子4の下にある共通電極と、シリコン基板106の上にある共通電極は、元々の膜厚を維持している。

【0028】次いで(4)の工程でレジストマスクを酸素アッシングによって除去する。圧電体周辺領域にある、膜厚が減じられた領域(以下、これを便宜的に圧電体素子に対する「腕部」と呼ぶことがある。)104は、インクキャビティに面する領域からインクキャビティの境界をやや越えて形成されている。

【0029】腕部104に存在する振動手段、すなわち共通電極の膜厚と腕部以外の共通電極の膜厚は、圧電体素子に通電した際に、圧電体素子の下にあり、インク室に臨んでいる振動板2が十分変位を持って撓み、かつ、共通電極の抵抗値の増加が、制限された範囲に収まるように適宜に当業者によって決定される。本発明者が検討したところ、その値は、100オーム以内であることが好適である。

【0030】図4は、本発明に係わるインクジェット記録ヘッドが形成される工程について、他の実施形態が示される図である。(1)では、共通電極膜3、圧電体膜4、個別電極膜5がシリコン基板上に順に形成され、圧電体素子とは反対側に選択的にインク室9が形成される。(2)では、個別電極5上に、圧電体素子4が前記インク室9に合わせてパターニングされるためのレジストマスク108が積層される。さらに、前記腕部104に相当する以外の個所に、この個所がエッチングされるのをマスクする別のレジストパターン110が積層される。このレジストマスク110の膜厚は、腕部にある共通電極3がエッチングされる深さに対する設計値に合わせて調整される。

【0031】次いで、(3)の工程では、イオンミリングによるエッチングが実行されて、共通電極膜3、圧電体膜4、そして個別電極膜5がレジスト108、110のパターンにしたがってエッチングされて、インク室9に合わせたパターンで圧電体素子が形成され、かつ、腕部以外では共通電極の表面でエッチングが終了される。この時、腕部104では、共通電極3がエッチングされてその膜厚が減じられる。さらに、(4)の工程では、残ったレジストを除去するために、酸素アッシングが適用される。

【0032】以上説明したように、図1及び図4の工程

によって選られたインクジェット記録ヘッドによれば、腕部の膜厚を自由に制御できることから、変位量を大幅に向上させてインク吐出のための応答速度を増加させることができる。さらに、共通電極全体を薄くすることなく、圧電体素子の腕部のみを薄くしていることから、共通電極の抵抗値が大きくなって、電極の発熱防止、電圧低下を防止することができ、かつ、下部電極のエッチング量が少なくて済み、エッチング装置のメンテナンス回数が減り、スループットを向上することができる。

#### 10 【0033】

【発明の効果】本発明によれば、従来のインクジェット記録ヘッドの有利な点を維持したまま、圧電体に対する電極の抵抗値の増大を防ぐことが可能となる。本発明は、電極が高抵抗化することを防ぐことにより、電極の発熱防止、電圧低下を防止することができ、かつ下部電極のエッチング量が少なくて済み、エッチング装置のメンテナンス回数が減り、スループットが向上する。

【0034】本発明によれば、これらの効果を達成できる圧電体素子、この圧電体素子を使用したインクジェット記録ヘッドを提供することができる。本発明によれば、さらに、このようなインクジェット記録ヘッド、圧電効果素子を製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係わるインクジェット記録ヘッドを得る方法の実施形態を示す工程図である。

【図2】インクジェット記録ヘッドを製造する方法の概念を示す工程図である。

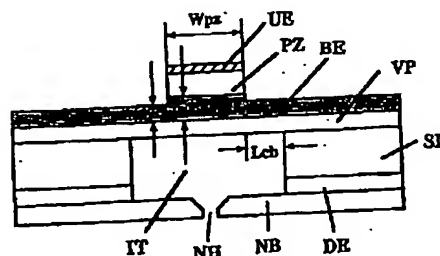
【図3】従来のインクジェット記録ヘッドの構成を示すものである。

#### 30 【図4】本発明に係わるインクジェット記録ヘッドを得る他の実施形態を示す工程図である。

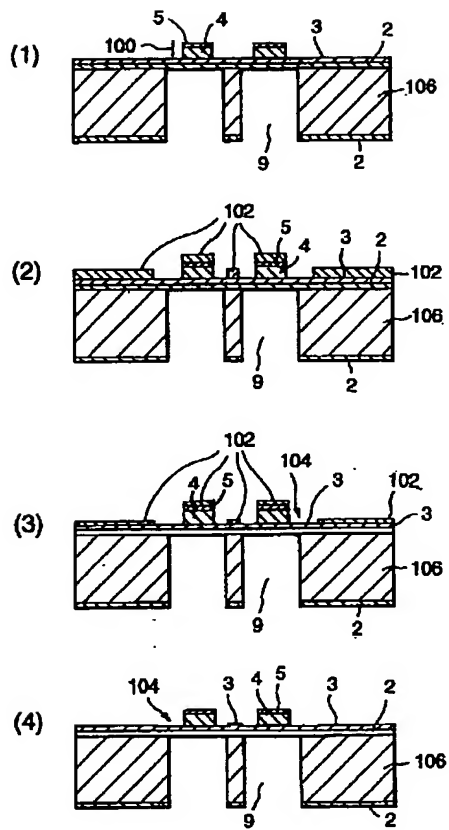
【符号の説明】

- 1 シリコン基板
- 2 シリコン酸化膜
- 3 共通電極
- 4 PZT膜
- 5 個別電極

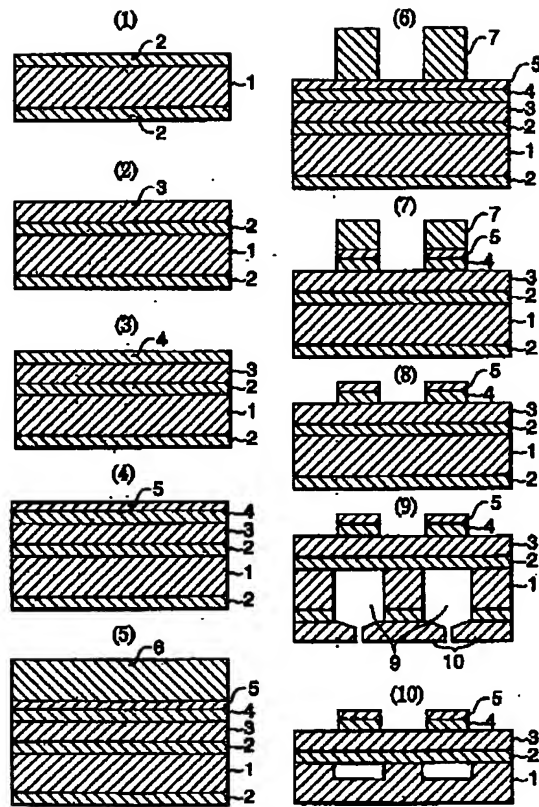
【図3】



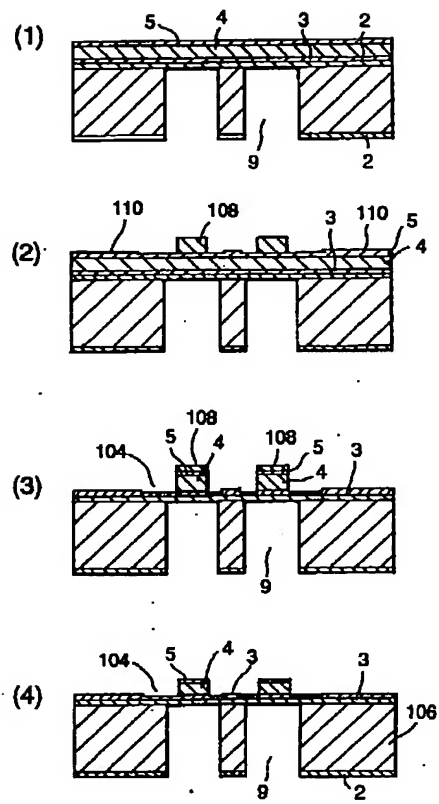
【図1】



【図2】



【図4】



# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-227196

(43)Date of publication of application : 24.08.1999

(51)Int.Cl. B41J 2/045  
B41J 2/055  
B41J 2/16

(21)Application number : 10-035890 (71)Applicant : SEIKO EPSON CORP

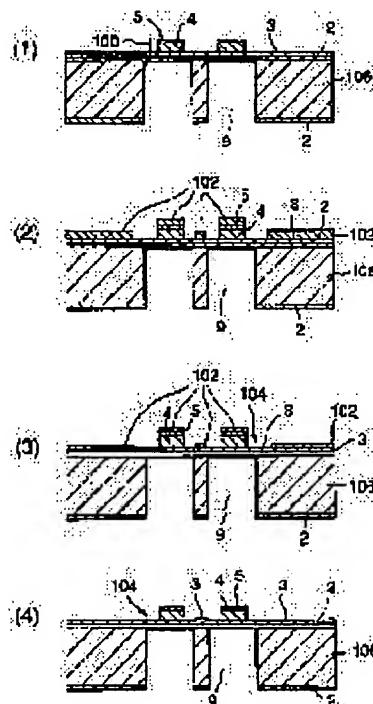
(22)Date of filing : 18.02.1998 (72)Inventor : MATSUZAWA AKIRA

## (54) INK JET RECORDING HEAD AND MANUFACTURE THEREOF

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To prevent the resistance of an electrode from increasing with respect to a piezoelectric element by forming an electrode on the periphery of the piezoelectric element thinner than other parts.

**SOLUTION:** In order to etch a diaphragm forming compliance selectively, a negative resist pattern is formed on a common electrode 3 not facing an ink chamber. More specifically, a resist pattern 102 of same thickness is formed in order to protect a piezoelectric element 4 and the common electrode 3. The surface on which the piezoelectric element 4 is formed is then etched by ion milling. A common electrode 3 in the peripheral region 104 of the piezoelectric element 4 where the resist pattern 102 is not formed is etched selectively to decrease the thickness. Since the etching is ended while leaving the resist pattern 102 by a small thickness, the common electrode 3 keeps the original thickness under the piezoelectric element 4 and above a silicon substrate 106 thus preventing the resistance of the electrode from increasing.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]



[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the piezo-electric effect component using the piezo-electric effect which deforms by adding the electrical and electric equipment. Especially this inventions are the ink jet recording head which used the piezo electric crystal for the driving source of the ink regurgitation, and a thing about this manufacture approach further.

[0002]

[Description of the Prior Art] There is a piezo-electric mold ink jet type recording head which used the piezoelectric device from the former as an electric - machine sensing element which is the driving source of a liquid or the ink regurgitation. What was proposed in JP,5-286131,A exists as this conventional technique. This thing is explained with reference to (10) of drawing 2.

[0003] This recording head has the individual ink way (ink pressure room) 9 in the head pedestal 1, and it has the diaphragm 8 so that this individual ink way 9 may be covered. The common electrode (bottom electrode) 3 is formed in a diaphragm 8 so that covering formation may be carried out, and the PZT component 4 as a piezo electric crystal is arranged so that it may reach on the ink way 9 classified by each.

[0004] The individual electrode (upper electrode) 5 is arranged at one side of this PZT component. In this recording head, the ink in an individual ink way is extruded from the nozzle which exists at the tip of an individual ink way by adding electric field to a PZT component and carrying out the variation rate of the PZT component.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] As a starting ink jet recording head, the applicant of this application proposed making thickness of a diaphragm-cum-the electrode BE thin in the field in which covering formation is not carried out but a piezo electric crystal thin film laps with a piezo electric crystal thin film at ink \*\*\*\*\* IT from the field by which covering formation is carried out, as Japanese Patent Application No. No. 8075 [ nine to ] was shown in drawing 3. Before, in the field by which covering formation is carried out at the piezo electric crystal thin film, and the field with which covering formation is not carried out but a piezo electric crystal thin film laps at ink \*\*\*\*\* IT Since the thickness of a diaphragm was the same, if a big variation rate is not obtained but it is going to obtain the trouble in which the ink of a complement does not carry out the regurgitation to printing, and sufficient volume change of ink \*\*\*\*\* IT it is necessary to enlarge the die length of ink \*\*\*\*\* -- etc. -- since the compliance of the diaphragm of Field Lcb became large to there having been a problem according to the proposal of the applicant of this application, when it was the same applied voltage, it became possible to sag a diaphragm more.

[0006] However, even if it is the ink jet recording head which has the applied advantage, when a common electrode becomes thin, the technical problem that the resistance of a common electrode becomes large occurs. Then, this invention aims at preventing increase of the resistance of the electrode to a piezo electric crystal, maintaining a point with said conventional advantageous ink jet recording

head, in order to solve the starting technical problem. This invention aims at preventing the fall of the speed of response in the case of the ink regurgitation by preventing an electrode forming high resistance again. This invention aims at preventing exoergic prevention of an electrode and sag by preventing an electrode forming high resistance again. This invention aims at offering the piezoelectric device which can attain these purposes, the ink jet recording head using this piezoelectric device, and its manufacture approach again.

[0007]

[Means for Solving the Problem] In order to attain said purpose, this invention is characterized by forming more thinly than the thickness of parts other than this the thickness of the electrode of a piezo electric crystal which exists on the outskirts mostly. The 1st gestalt of this invention is alternatively formed on ink \*\*\*\*\* for injecting ink from a nozzle, and this ink \*\*\*\*\* , and is mostly characterized by decreasing the thickness of the film of said piezo electric crystal which exists in said Mizogami only in a boundary region in an ink jet recording head equipped with the piezo electric crystal which pressurizes the ink of Mizouchi of a parenthesis.

[0008] Other gestalten of this invention are characterized by forming thinly the thickness of a common electrode to two or more piezo electric crystals only in the boundary region of the piezo electric crystal concerned as compared with the other part. Ink \*\*\*\*\* for the gestalt of further others of this invention to inject ink from a nozzle, The piezo electric crystal which is alternatively formed on this ink \*\*\*\*\* and pressurizes the ink of Mizouchi of a parenthesis, It has an electrode to this piezo electric crystal, and is between said slots the bottom of said piezo electric crystal. All the all [ some or ] that is located to the perimeter of said piezo electric crystal, and faces said slot in the thickness of the oscillating means which tells said Mizouchi the variation rate of this piezo electric crystal are characterized by the thing which is formed more thinly than parts other than this field and which were made like.

[0009] Ink \*\*\*\*\* for the gestalt of further others of this invention to inject ink from a nozzle, The piezo electric crystal which is alternatively formed on this ink \*\*\*\*\* and pressurizes the ink of Mizouchi of a parenthesis, The common electrode formed between this piezo electric crystal and said ink \*\*\*\*\* , and the individual electrode alternatively formed on this piezo electric crystal, All the all [ some or ] that is located to the perimeter of said piezo electric crystal, and faces said slot in the thickness of a preparation and said common electrode are characterized by making it formed more thinly than parts other than this field.

[0010] The gestalt of further others of this invention is characterized by forming the field where thickness is made thin in extent which is almost equal to the width of face of said slot, or exceeds this slightly. Furthermore, it is characterized by forming this invention thinly as compared with the thickness of the common electrode [ in / almost / in the thickness of the common electrode of only a boundary region / other fields ] of said piezo electric crystal in the piezo-electric effect component equipped with the piezo electric crystal formed by the predetermined pattern, the common electrode to this piezo electric crystal, and the individual electrode to said piezo electric crystal.

[0011] This invention is further characterized by being the manufacture approach of of these ink jet recording heads and piezo-electric effect components.

[0012]

[Embodiment of the Invention] Next, the suitable operation gestalt of this invention is explained.

Drawing 1 is the sectional view showing the production process of the ink jet recording head concerning this invention. (1) is equivalent to the phase of the beginning of this production process, and, finally an ink jet recording head is completed through (2)-(4).

[0013] First, drawing 1 (1) is explained. (1) shows the condition that the piezo electric crystal component 100 is alternatively formed on the ink cavity 9. If (1) is explained in detail, this (1) will be formed of a series of processes shown in drawing 2 .

[0014] A silicon substrate is used for the head pedestal 1 which forms ink \*\*\*\*\* , i.e., an ink pressure room, and (1) of drawing 2 shows that 1-micrometer silicon thermal oxidation film 2 as a diaphragm was formed in both sides of a pedestal. In addition, the concrete numeric values including the numeric

value described later given to each part material should not be interpreted restrictively. If it considers as a diaphragm, only the below-mentioned common electrode 3 can use a common electrode, CHITSU-ized silicon, a zirconium, a zirconia, etc.

[0015] (2) Or as shown in (4), form platinum of 0.8 micrometers of thickness by the sputter as a common electrode (bottom electrode) 3 on the silicon thermal oxidation film 2, form the piezo electric crystal thin film 4 on it, and form platinum of 0.14 micrometers of thickness for the upper electrode 5 as an individual electrode by the sputter on it further. The silicon thermal oxidation film 2 and the common electrode 3 function as a diaphragm. As an upper electrode material, in addition to this, it is easy to be good [ conductivity ], for example, aluminum, gold, nickel, an indium, etc. can be used.

[0016] Formation of the piezo electric crystal thin film 4 depends on the sol gel process which can obtain a thin film with easy equipment. As an ink jet recording head, although a piezo-electric property is shown, the PZT <PZT system is most suitable from inside. The PZT system sol prepared on the common electrode 3 was applied on the spin coat, temporary baking was carried out at 400 degrees C, the amorphous porosity gel thin film was formed, spreading of a sol and 400-degree C temporary baking were repeated further twice, and the porosity gel thin film was formed.

[0017] in order [ next, ] to obtain a perovskite crystal -- RTA (Rapid Thermal Annealing) -- using -- for the inside of an oxygen ambient atmosphere, and 5 seconds -- 650 degrees C -- heating -- for 1 minute -- holding -- pre annealing -- carrying out -- class -- it considered as the dense PZT thin film. This sol was again applied on the spin coat, the process which carries out temporary baking was repeated 3 times at 400 degrees C, and the laminating of the amorphous porosity gel thin film was carried out.

[0018] next, the thing which it anneals pre and is done for question maintenance at 650 degrees C for 1 minute using RTA -- the class of a crystalline substance -- it considered as the dense thin film.

Furthermore, it heated at 900 degrees C among the oxygen ambient atmosphere using RTA, and it held for 1 minute and annealed. Consequently, the piezo electric crystal thin film 4 of 1.0-micrometer thickness was obtained. The manufacture approach of a piezo electric crystal thin film is possible also at a sputter.

[0019] Next, as shown in (5), on the upper electrode 5, the spin coat of NEGAREJISUTO 6 is carried out, and it is applied. It carries out exposure, development, and \*-KU with a mask in the location of a request of NEGAREJISUTO 6 of a piezo electric crystal thin film, and NEGAREJISUTO 7 hardened as shown in (6) is formed. It can replace with NEGAREJISUTO and POJIREJISUTO can also be used.

[0020] Patterning is carried out to the configuration of the request which etched the upper electrode 5 and the piezo electric crystal thin film 4 into coincidence by the package until the common electrode 3 was exposed, as it was shown in a dry etching system in this condition and an ion milling system showed to (7), and was formed by NEGAREJISUTO 6.

[0021] Finally NEGAREJISUTO 7 hardened with the ashing device is removed, and patterning is completed as shown in (8). In addition, in an ion milling system, since NEGAREJISUTO is also etched with the etched upper electrode and the etched piezo electric crystal thin film, to adjust the thickness of NEGAREJISUTO in view of each etching rate with the etching depth is desired. here -- each etching rate -- \*\*\*\* -- since it was comparable, the thickness of NEGAREJISUTO was adjusted to 2.0 micrometers and performed.

[0022] When carrying out package etching of an upper electrode and the piezo electric crystal thin film, the thinner one of the thickness of a piezo electric crystal thin film is desirable, and it is desirable especially that it is the range which is 0.3-5 micrometers. If thickness becomes thick, a resist must be thickened corresponding to it. Consequently, when a piezo electric crystal thin film exceeds 5 micrometers, it is problems, like the pattern configuration of a resist becomes unstable, and micro processing becomes difficult and the head of high density is no longer obtained. Moreover, in the case where thickness is smaller than 0.3 micrometers, there is fear which is not enough. Reactive ion etching may be used as the dry etching approach in addition to the ion milling method.

[0023] Otherwise the etching approach is wet and can be performed. For example, acids, such as a hydrochloric acid, a nitric acid, a sulfuric acid, and fluoric acid, can be heated, and it can use as etchant. However, the electrode quality of the material of an upper electrode is made into what is etched by

etchant in this case. Since patterning precision is somewhat inferior in wet processing as compared with dry etching and an electrode material also has a limit, its dry etching is more desirable.

[0024] In addition, in order to complete an ink jet record head, the nozzle plate 10 which formed the ink reservoir which is open for free passage on the ink supply way which supplies the ink pressure room 9 with a width of face of 0.1mm and ink pressure room HEINKU by anisotropic etching from head pedestal 1 inferior surface of tongue (opposite side in which the piezo electric crystal thin film was formed), and an ink supply way as shown in (9), and formed in the location corresponding to the ink \*\* mosquito room 9 the nozzle which carries out the regurgitation of the ink was joined. In addition, the common electrode 3 attains to two or more piezo electric crystal thin film patterns 4, and is formed on said oxide film 2. As a result of these processes, as shown in (10), an ink jet recording head is obtained.

[0025] (1) of drawing 1 is equivalent to the condition that the nozzle plate of drawing 2 (9) is not formed. At the process of (2) of drawing 1, in order to etch alternatively the diaphragm which forms compliance, the pattern 102 of NEGAREJISUTO is formed on the common electrode which does not face an ink room. A paraphrase forms the resist pattern 102 of the same thickness which protects the piezo electric crystal component 4 and the common electrode 3.

[0026] A piezo electric crystal component has width of face slightly smaller than the width of face of an ink cavity, and is formed on the diaphragm 2 facing the ink cavity 9, and the common electrode 3 so that clearly from drawing 2 (2). Furthermore, on the silicon substrate in which the ink cavity is not formed, it separates slightly from the boundary of the ink cavity 9, and the resist pattern 102 is formed.

[0027] Subsequently, the process of (3) etches the field in which the piezo electric crystal component 4 is formed by the ion milling method. At this time, the common electrode 3 of the boundary region 104 of a piezoelectric device 4 in which the resist pattern 102 is not formed is etched alternatively, reduces that thickness and goes. On the other hand, since the resist pattern has ended this etching with extent which leaves slight thickness, the common electrode under the piezo electric crystal component 4 and the common electrode on a silicon substrate 106 are maintaining thickness from the first.

[0028] Subsequently, oxygen ashing removes a resist mask at the process of (4). The field (this may be hereafter called for convenience the "arm" to a piezo electric crystal component) 104 in a piezo electric crystal boundary region where thickness was reduced is formed a little across the boundary of an ink cavity from the field facing an ink cavity.

[0029] When the thickness of an oscillating means, i.e., a common electrode, to exist in an arm 104, and the thickness of common electrodes other than an arm are energized for a piezo electric crystal component, they are suitably determined that it will fit in the range in which it is under a piezo electric crystal component, and the diaphragm 2 which has attended the ink room bent with the variation rate enough, and the increment in the resistance of a common electrode was restricted by this contractor. When this invention person inquires, it is suitable for the value that it is less than 100 ohms.

[0030] Drawing 4 is drawing in which other operation gestalten are shown about the process in which the ink jet recording head concerning this invention is formed. In (1), the common electrode layer 3, the piezo electric crystal film 4, and the individual electrode layer 5 are formed in order on a silicon substrate, and the ink room 9 is alternatively formed in the opposite side with a piezo electric crystal component. In (2), the laminating of the resist mask 108 to carry out patterning of the piezo electric crystal component 4 on the individual electrode 5 according to said ink room 9 is carried out.

Furthermore, the laminating of another resist pattern 110 which carries out the mask of this part being etched into the part except being equivalent to said arm 104 is carried out. The thickness of this resist mask 110 is adjusted according to the design value over the depth into which the common electrode 3 in an arm is etched.

[0031] Subsequently, in the process of (3), etching by ion milling is performed, the common electrode layer 3, the piezo electric crystal film 4, and the individual electrode layer 5 are etched according to the pattern of resists 108 and 110, and a piezo electric crystal component is formed by the pattern aligned with the ink room 9, and etching is ended on the front face of a common electrode except an arm. At this time, by the arm 104, the common electrode 3 is etched and that thickness is reduced. Furthermore, at the process of (4), in order to remove the resist which remained, oxygen ashing is applied.

[0032] Since the thickness of an arm is freely controllable, the amount of displacement can be raised sharply and the speed of response for the ink regurgitation can be made to increase according to the ink jet recording head chosen by the process of drawing 1 and drawing 4 , as explained above. Furthermore, since only the arm of a piezo electric crystal component is made thin, without making the whole common electrode thin, the resistance of a common electrode becomes large, exoergic prevention of an electrode and sag can be prevented, and there can be little etching \*\* of a lower electrode, and can end, the count of a maintenance of an etching system can become fewer, and a throughput can be improved.

[0033]

[Effect of the Invention] According to this invention, it becomes possible to prevent increase of the resistance of the electrode to a piezo electric crystal, with a point with the conventional advantageous ink jet recording head maintained. By preventing an electrode forming high resistance, this invention can prevent exoergic prevention of an electrode and sag, and there are few amounts of etching of a lower electrode, it ends, its count of a maintenance of an etching system decreases, and its throughput improves.

[0034]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## CLAIMS

## [Claim(s)]

[Claim 1] The ink jet recording head which decreased mostly the thickness of the film of said piezo electric crystal which exists in said Mizogami only in a boundary region in the ink jet recording head equipped with ink \*\*\*\*\* for injecting ink from a nozzle, and the piezo electric crystal which is alternatively formed on this ink \*\*\*\*\* and pressurizes the ink of Mizouchi of a parenthesis.

[Claim 2] The ink jet recording head according to claim 1 in which the thickness of a common electrode to two or more piezo electric crystals is thinly formed only in the boundary region of the piezo electric crystal concerned as compared with the other part.

[Claim 3] The ink jet recording head in which it is alternatively formed on ink \*\*\*\*\* for injecting ink from a nozzle, and this ink \*\*\*\*\*, and all the all [ some or ] that is equipped with the piezo electric crystal which pressurizes the ink of Mizouchi of a parenthesis, and the electrode to this piezo electric crystal, is located to the perimeter of said piezo electric crystal, and faces said slot are formed more thinly than parts other than this field and which was made like.

[Claim 4] Ink \*\*\*\*\* for injecting ink from a nozzle, and the piezo electric crystal which is alternatively formed on this ink \*\*\*\*\* and pressurizes the ink of Mizouchi of a parenthesis, The common electrode formed between this piezo electric crystal and said ink \*\*\*\*\*, and the individual electrode alternatively formed on this piezo electric crystal, The ink jet recording head in which the field part or all that is in the perimeter of a preparation and said piezo electric crystal, and faces said slot is formed more thinly than parts other than this field and which was made like.

[Claim 5] The ink jet recording head according to claim 3 or 4 currently formed in extent to which the field where thickness is made thin is almost equal to the width of face of said slot, or exceeds this slightly.

[Claim 6] The piezo-electric effect component thinly formed as compared with the thickness of a common electrode [ in / almost / in the thickness of the common electrode of only a boundary region / other fields ] of said piezo electric crystal in the piezo-electric effect component equipped with the piezo electric crystal formed by the predetermined pattern, the common electrode to this piezo electric crystal, and the individual electrode to said piezo electric crystal.

[Claim 7] The manufacture approach of the ink jet recording head equipped with the process which forms ink \*\*\*\*\* for injecting ink from a nozzle in the approach of forming an ink jet recording head in a substrate, the process which forms alternatively the piezo electric crystal which pressurizes this Mizouchi's ink on this ink \*\*\*\*\*, and the process which carries out patterning so that the thickness of the film of said piezo electric crystal which exists in said Mizogami mostly only in a boundary region may decrease.

[Claim 8] The manufacture approach of the ink jet recording head according to claim 7 accomplished so that said patterning may be thinly formed only in the boundary region of the piezo electric crystal concerned as compared with the other part in the thickness of a common electrode to two or more piezo electric crystals.

[Claim 9] The manufacture approach of the ink jet recording head characterized by providing the

following The process which forms ink \*\*\*\*\* for injecting ink from a nozzle to a substrate The process which forms alternatively the piezo electric crystal which pressurizes this Mizouchi's ink on this ink \*\*\*\*\* The process which forms the electrode to this piezo electric crystal The process in which all the all [ some or ] that is between said slots the bottom of said piezo electric crystal, is located to the perimeter of said piezo electric crystal in the thickness of the oscillating means which tells said Mizouchi the variation rate of this piezo electric crystal, and faces said slot are formed more thinly than parts other than this field

[Claim 10] The manufacture approach of the ink jet recording head characterized by providing the following The process which forms ink \*\*\*\*\* for injecting ink from a nozzle to a substrate The process in which all the all [ some or ] that is equipped with the process which forms alternatively the piezo electric crystal which pressurizes this Mizouchi's ink on this ink \*\*\*\*\* , the process which forms a common electrode between this piezo electric crystal and said ink \*\*\*\*\* , and the process which forms an individual electrode alternatively on this piezo electric crystal, is located to the perimeter of said piezo electric crystal in the thickness of said common electrode, and faces said slot are formed more thinly than parts other than this field

[Claim 11] The manufacture approach of the piezo-electric effect component equipped with the process thinly formed as compared with the thickness of a common electrode [ in / almost / for the thickness of the common electrode of only a boundary region / other fields ] of said piezo electric crystal in the manufacture approach of the piezo-electric effect component equipped with the process which forms a piezo electric crystal by the predetermined pattern, the process which forms the common electrode to this piezo electric crystal, and the process which forms the individual electrode to said piezo electric crystal.

[Claim 12] The ink jet type recording device equipped with the ink jet recording head indicated by claim 1 thru/or any 1 term of 5.

---

[Translation done.]



\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is process drawing showing the operation gestalt of the approach of obtaining the ink jet recording head concerning this invention.

[Drawing 2] It is process drawing showing the concept of the approach of manufacturing an ink jet record head.

[Drawing 3] The configuration of the conventional ink jet recording head is shown.

[Drawing 4] It is process drawing showing other operation gestalten which obtain the ink jet recording head concerning this invention.

[Description of Notations]

- 1 Silicon Substrate
- 2 Silicon Oxide
- 3 Common Electrode
- 4 PZT Film
- 5 Individual Electrode

---

[Translation done.]